

ANDRIJA BOGNAR - SANJA FAIVRE - JOSIP PAVELIĆ

## TRAGOVI OLEDBE NA SREDNJEM VELEBITU

Andrija Bogнар - Sanja Faivre - Josip Pavelić  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geografski odjel  
HR 10000 Zagreb

UDK:551.33(497.5)  
Izvorni znanstveni članak  
Ur.: 1997-07-14

Autori članka bave se problemom oledbe i njezinih tragova na srednjem Velebitu. Oni se osvrću na niz radova koji govore o ledenjacima i o koncepciji ledenoga doba, i uz analizu misli koje su u njima iznesene daju i svoja zapažanja i svoje zaključke. U članku su se usredotočili na pitanje reljefne predispozicije za razvoj oledbe i raspravljaju o klimatskim obilježjima na području Velebita u razdoblju kvartara i o morfološkim tragovima oledbe. Oni zaključuju da su reljefni odnosi na srednjem Velebitu uz uvjete niskih temperatura i bogatstvo snježnih padalina tijekom pleistocena bili vrlo povoljna predispozicija za razvoj oledbe na tom području.

### *Uvod*

U posljednjih 150 godina sve je više istraživanja prošlih glacijalnih razdoblja ali je sveukupno razumijevanje tih okoliša i s njima povezanih procesa još uvijek ograničeno. S porastom spoznaja o oledbi čini se da je bila mnogo kompleksnija no što se isprva mislilo.

Gdje i kada su prva objašnjenja spomenuta teško je reći, ali sredinom 18. st u Skandinaviji, Njemačkoj, Islandu i Švicarskoj nekoliko pojedinaca sugerira da su ledenjaci u prošlosti prekrivali puno značajniju površinu.<sup>1</sup> U 19. st. Charpentier, Agassiz, Buckland and Esmark (izdvojeno samo nekoliko autora) shvatili su da su velika područja Europe bila pokrivena ledom. Tako je koncepcija ledenog doba bila stvorena. Međutim, ona u početku nije bila

---

<sup>1</sup> R. F. FLINT, 1947, 1957, 1971; J. K. CHARLESWORTH, 1957; C. EMBLETON - C. A. M. KING, 1968; J. IMBRIE - K. P. IMBRIE, 1979; T. NILSSON, 1983.

prihvaćena, iako je i do kasnih 1920-ih bilo pojedinaca u mnogim dijelovima Europe i Sjeverne Amerike koji su još sumnjali u ideju ledenog doba.

Već je 1866. Archibald Geikie interpretirao nelitificirane sedimente i reljefne forme u Škotskoj kao dokaze glacijacije. Tada je uslijedio period geološkog i geomorfološkog kartiranja na području cijele sjeverne hemisfere. Do sredine tridesetih znanje o rasprostiranju brojnih glacijacija koje su zahvatile Europu i Sjevernu Ameriku, bilo je dobro etablirano.<sup>2</sup>

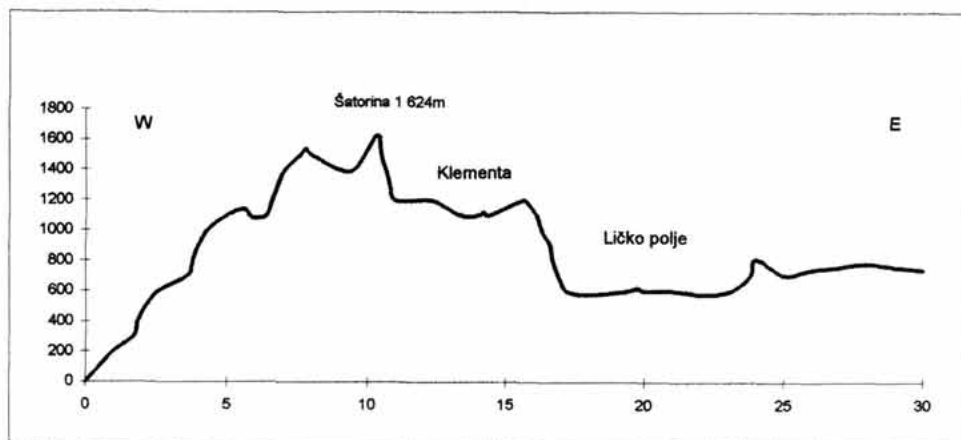
Početak 20. st. pitanje ledenog doba zaokupilo je i mnoge naše znanstvenike. Glacijaciju prvi puta spominje H. Hranilović (1901.) u *Glasniku Hrvatskoga prirodoslovnog društva*. Tragove oledbe na Velebitu proučava 1903. A. Gavazzi te 1910. R. Schubert. Cjeloviti morfološki prikaz masiva Sjevernog Velebita daje B. Bauer 1935., gdje opisuje mnoge forme glacijalnog podrijetla. Pozitivno mišljenje o oledbi Velebita iznosi i mađarski biolog A. Degen (1936.-1938.). Tek su novija istraživanja L. Niklera (1973.) i S. Belija (1985.) dokazala postojanje glacijacije na Južnom Velebitu, a A. Bognara i dr. (1991.) na Sjevernom Velebitu. Brojni morfološki tragovi oledbe otkriveni na Sjevernom Velebitu bili su upravo poticaj za daljnji nastavak istraživanja Srednjeg Velebita.

#### *Reljefne predispozicije za razvoj oledbe*

Iako nešto niži od Sjevernog, Srednji Velebit svojom je reljefnom rasčlanjenošću također imao predispozicije za akumulaciju velikih količina snijega i razvoj ledenjaka, iako u nešto manjem opsegu. Njegova mrežasta struktura reljefa obilježena je nizom vrhova-uzvišenja i zavala-polja, uvala i ponikava. Srednji Velebit karakteriziran je s tri usporedna grebena (Sl. 1.) koji se pružaju u smjeru SZ-JI. Središnji s vrhovima Zečjak (1.622 m), Šatorina (1.624 m), Lisac (1.449 m), Budakovo brdo (1.317 m) i Visibaba (1.160 m) najviši je; istočni s vrhovima Golić (1.552 m), Debeljak (1.500 m), Laktin vrh (1.504 m), Rusovo (1.333 m) i Metla (1.288 m) malo je niži, a zapadni, u kojem se nižu Visibaba (1.448 m), Kurozeb (1.168 m) i Velinac (1.000 m) najniži je. Između srednjeg i istočnog grebena nalazi se zavala polja u kršu Štirovača, a između srednjeg i istočnog nižu se brojne uvale kao što su Mlinište, Radlovac, Vrbanska duliba i Duboka. Srednji se Velebit postupno spušta prema Južnom, tj. prema prijevoju Baške Oštarije (924 m), a od Sjevernoga dijeli ga duboka Bakovačka dolina.

---

<sup>2</sup> R. F. FLINT, 1947; J. K. CHARLESWORTH, 1957.



Sl. 1. Poprečni profil srednjeg Velebita.

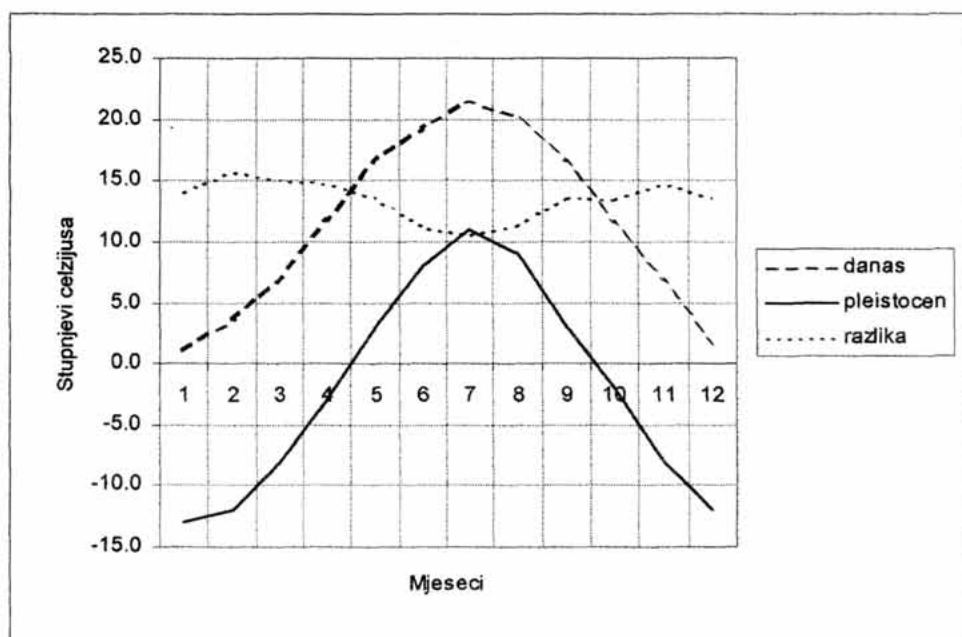
### *Klimatska obilježja na području Velebita u kvartaru*

Zajedno s brojnim odvojenim zaleđenim površinama u planinama i na otocima na sjevernoj hemisferi bilo je zaleđeno oko 27% površine kopna. Budući da je posljednja oledba tek "nedavno" prestala, prije samo 10.000 godina, do danas su se očuvali brojni tragovi njezina postojanja prema kojima se s priličnom sigurnošću može rekonstruirati tijek klimatskih promjena u posljednjem hladnom razdoblju pleistocenske glacijacije.<sup>3</sup> Za određivanje glacialnih razdoblja uglavnom se primjenjuje metoda analize izotopa kisika O<sup>18</sup> i O<sup>16</sup> ljuštura bentoskih foraminifera iz dubokomorskih sedimenata. Iako nije posve pouzdana, omogućila je velik napredak te pospjela brojna daljnja istraživanja.

Posljednji glacial u Europi (Würm) počeo je prije 70.000 godina, kada su nastali optimalni uvjeti. Rasprostiranje ledenog pokrova ovisilo je o vrlo delikatnoj ravnoteži između utjecaja temperatura ljetnih mjeseci i količine padalina zimi.

Preniska temperatura limitirajući je faktor razvoja ledenog pokrova jer s pre niskom temperaturom dolazi i drugi limitirajući faktor, premalena količina snijega. Stoga se ledeni pokrov zadržava tamo gdje temperatura nije ispod donje granice optimuma, a ima dovoljno padalina, tj. u blizini izvora vlage (u ovom slučaju blizu Mediterana).

<sup>3</sup> T. ŠEGOTA - A. FILIPČIĆ, 1996.



Sl. 2. Graf. razlika matematičke temperature rekonstrukcije maksimuma würma i današnjih temperatura za Zagreb (prema A. M. Klein, 1953, D. Perica, 1997).

Evencija ledenih pokrova, tj. mehanizam njihova pulsiranja, posljedica je, dakle, funkcionalnog odnosa temperature i padalina. Posljednji je glacijal počeo sa svježom i vlažnom klimom, a završio prije 10.000 godina s hladnom i suhom. Kada je temperatura pala na najnižu razinu, ledeni su se pokrovi počeli povlačiti. Temperatura je bila preniska za njihovo daljnje postojanje. Tada presudno značenje ima količina padalina, a njih je bilo premalo. I najniže temperature same po sebi ne mogu održati ledeni pokrov ako nema dovoljno padalina.<sup>4</sup>

Tako je A. M. Klein (1953.) izračunala da je u maksimumu posljednjeg glacijala u Europi bilo 20-80% manje padalina nego danas. U našim je krajevima, također, u maksimumu posljednjeg glacijala bilo manje padalina nego danas, ali je relativno smanjenje bilo veće u unutrašnjosti (30-40% od današnje količine padalina) nego u planinskom pojasu i na obali (40-70% od današnje količine padalina). Za geomorfološke procese bitno je naglasiti da je relativni udio snijega u ukupnim padalinama bio mnogo veći nego danas.

<sup>4</sup>T. ŠEGOTA - A. FILIPČIĆ, 1996.

Tragovi predglacijalnog krškog reljefa (oblikovani u toplijim razdobljima - interglacijalima i interstadijalima) variraju od potpuno destruiranih do onih dobro očuvanih. No, i razdoblja glacijacija obilježava razvoj krških reljefnih oblika.<sup>5</sup> Na osnovi analize (izotopa O<sup>18</sup> i O<sup>16</sup>) ustanovljeno je da je klima interglacijala bila toplija ili ista kao danas, a to je najvjerojatnije pogodovalo intenzivnom razvoju krških reljefnih oblika. Toplija klima interglacijala ris - würm, kao i interstadijala sigurno je tome pogodovala. Međutim, oni su u znatnoj mjeri naknadnim utjecajem leda preoblikovani (npr. ponikve i uvale) ili potpuno destruirani, npr. škrape i kamenice.<sup>6</sup>

Novija su istraživanja pokazala da je u fazi najjačeg zahlađenja srednja godišnja temperatura bila 10-12° niža nego danas. Proučavajući periglacijalne procese i oblike u Panonskoj nizini, H. Poser (1947.) izračunao je prosječnu godišnju temperaturu od -2° C u Panonskoj nizini za vrijeme maksimalne würmske oledbe. Na osnovu toga je A. M. Klein (1953.) izračunala srednje mjesečne temperature zraka i srednju godišnju za Zagreb. S obzirom na razliku temperature zraka u würmu i današnje temperature zraka u Zagrebu (Sl. 2. i Tab. 1.) mogu se izračunati i temperature zraka na području Velebita (Sl. 3, Tab. 2.). Na taj način dobivene srpanjske temperature podudaraju se s izotermama na Gatesovoj karti.<sup>7</sup> Tadašnja razina Jadranskog mora, koja je bila niža za 96 m<sup>8</sup> i obalna linija koja je dosegala vanjski rub Kornata (u blizini otoka Mana) bila je udaljena od najbliže točke (na području Jasenica) 51 km, zasigurno se osjetila i u slabijem utjecaju mora na klimatske prilike, odnosno na jače izražene kontinentalne utjecaje i na JZ obronku Velebita. Prosječna temperatura zraka tada je u 129 m visokom "Karlobagu" iznosila 2,2° C, a u 115 m visokom "Senju" 1,1° C. Izoterma od 0° C tada je bila na visini od približno 400 m (prema vertikalnom gradijentu Senj - Baške Oštarije).<sup>9</sup> Prema B. Messerliju (1967.) srednja mjesečna temperatura zraka najtoplijeg mjeseca u razini snježne granice je 4,5° C, ali zbog specifičnih lokalnih uvjeta padalina, isparavanja i insolacije temperature mogu biti niže, odnosno više za 1,3-1,4° C.

Prema T. Šegoti (1963) pojačana atmosferska cirkulacija na početku glacijacije uzrokuje stanovito povećanje padalina, vjerojatno najmanje za 20%, a prevladavaju krute padaline. Ekspanzija ledenog pokrova nakon određenog vremena (najvjerojatnije oko sredine glacijacije) počinje se negativno odražavati

<sup>5</sup> D. FORD - P. WILLIAMS, 1994.

<sup>6</sup> D. PERICA, 1997.

<sup>7</sup> W. L. GATES, 1986.

<sup>8</sup> T. ŠEGOTA, 1982.

<sup>9</sup> D. PERICA, 1997.

ZAGREB - GRIČ (157 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	1.0	3.7	7.0	11.7	16.6	19.2	21.5	20.3	16.6	11.5	6.8	1.6	11.4
pleistocen	-13.0	-12.0	-8.0	-3.0	3.0	8.0	11.0	9.0	3.0	-2.0	-8.0	-12.0	-2.0
razlika	14.0	15.7	15.0	14.7	13.6	11.2	10.5	11.3	13.6	13.5	14.8	13.6	13.4

Tab. 1. Razlike matematičke temperature rekonstrukcije maksimuma wüirma i današnjih temperatura za Zagreb (prema A. M. Klein, 1953, D. Perica, 1997.).

KARLOBAG (30 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	7.2	8.3	9.7	13.7	18.5	22.1	25.4	24.9	20.8	16.2	12.3	7.9	15.6
pleistocen	-6.8	-7.4	-5.3	-1.0	4.9	8.5	14.9	13.6	7.2	2.7	-2.5	-5.9	2.2

ZAVIŽAN (1594 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	-3.6	-4.0	-2.4	1.2	6.7	9.5	12.1	11.8	8.8	4.6	0.7	-3.1	3.5
pleistocen	-18.0	-20.0	-17.0	-14.0	-6.9	-1.7	1.6	0.5	-4.6	-8.9	-14.0	-17.0	-9.9

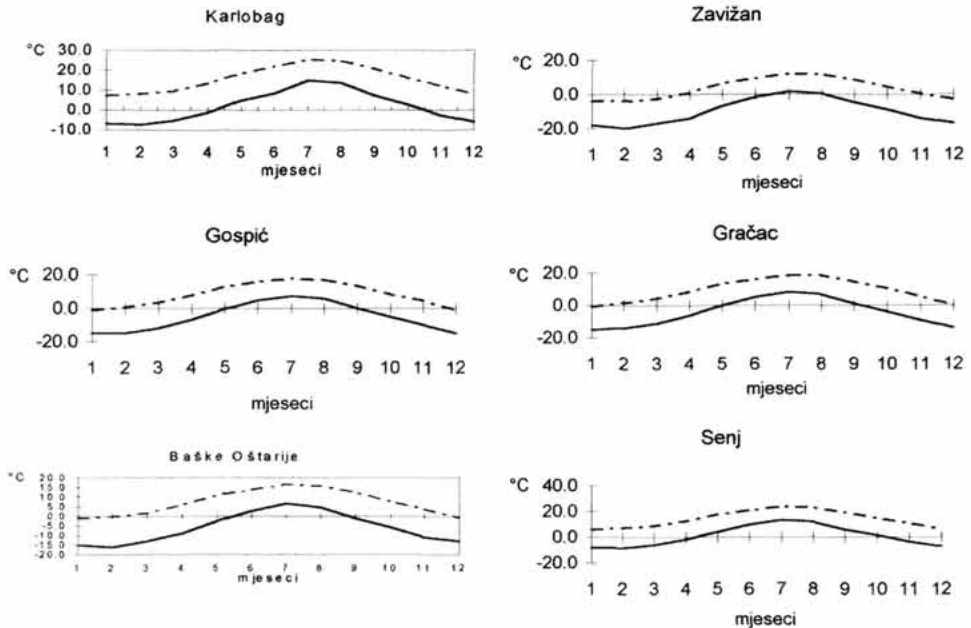
BAŠKE OŠTARIJE (924 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	-1.0	-0.2	1.8	5.9	11.1	13.9	16.7	15.8	12.4	7.7	3.8	-0.8	7.3
pleistocen	-15.0	-16.0	-13.0	-8.8	-2.5	2.7	6.7	4.5	-1.2	-5.8	-11.0	-13.0	-6.1

GOSPIĆ (564 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	1.2	0.7	3.4	7.9	13.1	15.9	17.9	17.1	13.5	8.3	4.5	-1.0	8.3
pleistocen	-15.0	-15.0	-12.0	-6.8	-0.5	4.7	7.4	5.8	-0.1	-5.2	-10.0	-15.0	-5.1

GRAČAC (560 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	-0.6	1.8	4.5	8.6	13.5	16.4	18.7	18.7	14.7	10.6	5.6	0.1	9.2
pleistocen	-15.0	-14.0	-11.0	-6.1	-0.1	5.2	8.2	6.8	1.1	-3.9	-9.2	-14.0	-4.2

SENJ (26 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	6.0	7.3	9.0	13.0	17.7	21.1	24.0	23.4	19.7	15.1	11.2	6.5	14.5
pleistocen	-8.0	-8.4	-6.0	-1.7	4.1	9.9	13.5	12.1	6.1	1.6	-3.6	-7.1	1.1

Tab. 2. Prosječne temperature (1967-1976) (Izvor: DHMZ, Grič, 3) i prosječne temperature u wüirskom maksimumu dobivene rekonstrukcijom prema H. Poser i A. M. Klein (D. Perica, 1997).



Sl. 4. Prosječne temperature (1967-1976) (Izvor: DHMZ, Grič, 3) i prosječne temperature u würmskom maksimumu dobivene rekonstrukcijom prema H. Poser i A. M. Klein (D. Perica, 1997).

--- danas  
— pleist.

na padaline. Tada se zbog vrlo niskih temperatura smanjuje ishlapljivanje iz mora te se postupno počinju smanjivati količine padalina, a minimum im je bio u razdoblju najjačeg zahlađenja. Padaline su donosili uglavnom južni i zapadni vjetrovi. Sve više prevladavaju krute padaline, a za maksimalnog zahlađenja skoro u potpunosti prevladavaju.<sup>10</sup> Zbog blizine mora i pogodnih zračnih struja Velebit je primao relativno veliku količinu padalina. Ona je za vrijeme würmske oledbe na području Velebita prema karti Europe A. M. Klein (1953.) bila prosječno za 30% manja od današnje (Tab. 3, Sl. 5). U takvim uvjetima područja Južnog Velebita iznad 1.600 m (odnosno 1.500 m današnje visine) primala su preko 2.000 mm padalina (Visočica 1.716 m primala je 2.018 mm, a uvala Bunjevac u vršnom dijelu približno 2.393 mm padalina). Podnožje Velebita u tadašnjoj dolini rijeke Zrmanje, koja je protjecala južnim rubom današnjega Velebitskog kanala,<sup>11</sup> primalo je najmanje količine padalina ("Novigrad" 740 mm, "Senj" 858 mm, "Karlobag" 902 mm), Tab. 3.

<sup>10</sup> T. ŠEGOTA, 1963; T. ŠEGOTA - A. FILIPČIĆ, 1996.

<sup>11</sup> D. PERICA, 1997.



Relativno velika količina padalina za vrijeme maksimalnog zahlađenja würmskog glacijala, znatno niža temperatura zraka i znatno manje isparavanje pogodovali su opstanku ledenjaka u višim, a snježnika u središnjim i nižim dijelovima Velebita. Međutim, tome treba pridodati "dodatne padaline" izlučene iz magle i oblaka (a prevladavalo je inje), koje su zasigurno imale veliku važnost (iako je njihov prinos sigurno bio znatno manji od današnjih relativnih vrijednosti) u prihrani ledenjaka i snježnika.

Prema Höferovoj metodi određivanja snježne granice kao aritmetičke sredine između srednje visine grebena, koji ograničava oblast hranjenja ledenjaka, i visine donje granice ledenjaka, snježna granica na Srednjem, baš kao i Sjevernom Velebitu, kretala se oko 1.300 m.

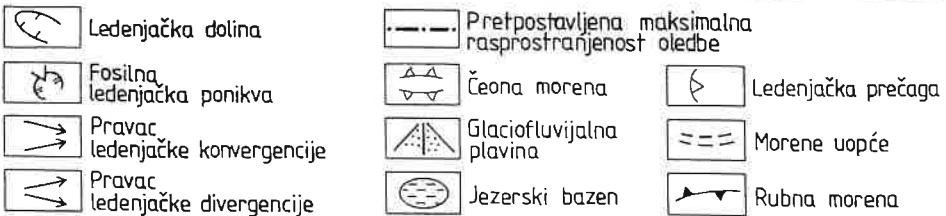
### *Morfološki tragovi oledbe*

Kartiranjem područja Srednjeg Velebita za potrebe projekta "Geomorfološko kartiranje Republike Hrvatske" prvi su put pouzdano utvrđeni geomorfološki i geološki tragovi pleistocenske oledbe tog područja. To se odnosi na egzaracijske i akumulacijske morfološke oblike i na korelativne sedimente. Prema podacima dobivenim analizom morfometrijskih parametara, rekonstrukciji klime tijekom posljednjeg glacijala te raširenja i prostornog rasporeda ledenjačkih morfoloških oblika, može se računati da je oledba zahvatila vršni dio Srednjeg Velebita iznad 1.300 m n.m. U tom je dijelu Velebita imala regionalna obilježja, zahvatila je površinu od približno 30,5 km<sup>2</sup>.

Razvijena su bila, slično Sjevernom Velebitu, tri tipa oledbe, i to dolinski, cirkni i platoasti tip.

*Platoasti ledenjaci* oblikovali su se na području uzvišenja Debeljak, Pjeskoviti bregovi i Javornik. Vršni dijelovi tih uzvišenja imaju obilježja diseciranih zaravni s brojnim dubokim ponikvama (i do 100 m dubine). Sve navedene ponikve, pa i uvala Sunderac u međuprostoru između Javornika i Pjeskovitih bregova, bile su ispunjene ledom. Dakle, upravo su ponikve dale okvir akumulaciji velikih količina snijega iz kojeg se onda razvio ledenjački led. Očito je da su u početnoj fazi oledbe tu postojala manja *cirkna izvorišta* leda, međusobno neovisna, a u maksimumu oledbe došlo je do spajanja tih cirknih ledenjaka i formiranja onog platoastog tipa. Osim u slučaju uvale Sunder i tektonski predisponirane udoline koja vodi prema Klepinoj dulibi, za ledenjake Javornika, Debeljaka i Pjeskovitih bregova, koji su imali platoasti karakter, nije moguće utvrditi neki jasnije izražen pravac kretanja. Oni su se najvjerojatnije otapali uz strmce prema velikoj uvali Klementi na sjeveru te prema području





Sl. 4. Tragovi oledbe na Srednjem Velebitu - geomorfološka karta.

Paleža i Japaga na istoku. U prilog tome govori razvoj relativno velike glaciofluvijalne plavine na obronku Debeljaka (prema udolini Klementa) i činjenica da morenski materijal utvrđen na istočnoj padini Debeljaka i Pjeskovitih bregova (prema Paležu i Japagama) ne oblikuje tipske morene, nego zastire kompletnu padinu.

Platoasti ledenjak bio je lijepo razvijen na širem području Šatorine, gdje se, osim toga, formirao čitav niz trogova ili ledenjačkih dolina. Sustav trogova sjeverno od Šatorine svojim izvorištem vezan je za sustav dubokih ponikava na području Borovačkog brda, Paleškog golića, Pištolinog golića, Medinog golića, Medvedaka i Cmog Vrha, oblikovanih na relativno zaravnjenom bloku zapadno od Štirovače. Može se pretpostaviti da se i tu radilo o jednom platoastom ledenjaku čiji su jezici bili usmjereni u pravcu JI prema Dokozinoj plani. Naime, idući od Dokozine plane prema SZ, oblikovan je sustav tektonski uvjetovanih krških udubljenja, vjerojatno uz rasjede pravca pružanja SZ-JI. To je uvjetovalo formiranje triju *dolinskih ledenjaka*. Prvi je vezan za sustav ponikava i udolina Klade-Ljuljevac. Drugi, najveći, sustav međusobno spojenih duliba-ponikava, koji je bio ispunjen ledom, ide od Osočkog dolca preko uvala Veliki i Mali Ileksinovac pa dalje od Vodenog dolca do Dokozine plane. A treći, najveći, čini udolina od toponima Dulibice ispod uzvišenja Lukšanovac i Ograđenik. Idući prema istoku, taj se ledenjak vjerojatno spajao s ledenjakom Dokozine plane. Dužina otkrivene čeone morene u području Dokozine plane iznad strmca prema Klepinoj dulibi iznosi oko 500, a izdužena je pravcem SZ-JI. Ta je morena sastavljena od vrlo heterogenog materijala, blokova, kršja i silta. Ledenjak Dokozine plane bio je dug oko 4 km, Ljuljevački oko 1,5 km, a ledenjak Dulibice nešto više od jednog kilometra. U slučaju Dokozinog ledenjaka i Dulibice jasno su uočene podledenjačke prečage. Zbog vrlo teškog terena do sada nisu istraženi svi dijelovi dna krških udubljenja pa se može samo pretpostaviti postojanje podinskih morena i niza manjih stadijalnih. Njihovo otkrivanje i kartiranje zadatak je daljnjeg istraživanja. Lijepo su izraženi jarci i jaruge koji su otopljenu ledenjačku vodu sočnicu odvodili prema Klepinoj dulibi, koja je u to doba očito predstavljala jezersku površinu. Najveće količine vode dolazile su po svemu sudeći od otapanja Ljuljevačkog ledenjaka. Na tektonski predisponiranom strmcu prema Klepinoj dulibi formirale su se tri velike jaruge na čijem je dnu oblikovana fluvio-glacijalna plavina kod izvora Ledena vodica.

Drugo veće izvorište ledenjaka nalazilo se na području Šatorinskih dolaca, dakle južno od vrha Šatorina. I tu je razvijen čitav sustav dubokih ponikava koje su imale funkciju cirkova tijekom pleistocena. Udolina koja ih

povezuje ima "Z" izrez uzdužnog profila, što upućuje na tektonsku predispoziciju njezina oblikovanja. Karakterističan "U" poprečni profil udoline Šatorinski doći i podledenjačke prečage nepobitni su dokazi egzaracijaskog oblikovanja vapnenačke podloge. Otkrivena je samo jedna morena, i to na južnom obodu uvale Težakovac, blizu Kugine kuće. Morena, dužine 300 m, poglavito je karakterizirana blokovima akumuliranog glacijalnog materijala. Dužina ledenjaka Šatorinski doći iznosila je oko 4,5 km.

Iako tragovi jezerske sedimentacije još nisu nađeni, pretpostavljamo da je otopljena voda sočnica tijekom pleistocena ujezerila udubljenja današnjih uvala Padeža i zavale polja u kršu Štirovače i Klepine dulibe. Kako je pretežiti dio nanosa, koji je voda sočnica akumulirala, bio karbonatnog sastava, vrlo je vjerojatno veći dio toga nanosa u toplim fazama oledbe i starijem holocenu disolviran te sustavom podzemnog otjecanja<sup>12</sup> prenesen i taložen u području Otešice, zavale Ličkog polja i u prostoru današnjeg Velebitskog kanala. U prilog tome govori čitav niz (više desetaka) ponora u okviru zavale polja u kršu Štirovače i Klepine dulibe, te sastav tzv. "proluvijalnih naslaga" pleistocenske starosti u području zavale Ličkog polja i doline Otešice: ilovače, gline, pjeskuljaste gline, pijesci i šljunci, čija debljina mjestimice prelazi 15 m.<sup>13</sup> Te naslage leže na okršenoj karbonatnoj podlozi i oblikuju na relativno velikim područjima tipski krajolik, koji je prekriven vrištinama i brezovim šumama. Finije frakcije nanosa, predstavljene u petrografskom smislu ilovačama, glinama i pjeskuljastim glinama, dominiraju u tim tzv. "proluvijalnim naslagama",<sup>14</sup> dok šljunci i grublji pijesci dolaze u podređenim količinama. Logično bi bilo pretpostaviti da se tijekom pleistocena zbog izražene kriofrakcije i oledbe na području Velebita akumulirao pretežno grublji materijal, koji su onda bujične vode sočnice i snježnice prenosile i taložile u području lokalnih erozijskih bazisa, kao što su dolina Otešice, dno zavale Ličkog polja i dno današnjeg Velebitskog kanala, koji je tada bio kopnena površina. Naprotiv, "proluvijalni" sedimenti, kao što je već rečeno, predstavljeni su pretežno finijim frakcijama u čijem mineraloškom sastavu, osobito u donjim dijelovima naslaga, prevladava grupa rezistentnih minerala: turmalin - cirkon - rutil. Takav mineraloški sastav upućuje na velebitsko podrijetlo naslaga, i to pretežno s područja gdje u sastavu prevladavaju vapnenci i dolomiti. Prevladavanje teških minerala kao što su epidot - coisit - amfibol u gornjim dijelovima "proluvijalnih naslaga" upućuje da je pri kraju pleistocena, a možda i u starijem holocenu prevladao donos

<sup>12</sup> M. KUHTA, 1990.

<sup>13</sup> Tumač OGK 1 : 100.000, list Gospić, 1976.

<sup>14</sup> Prema OGK, list Gospić.

GOSPIĆ (564 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	104	108	86	105	105	95	70	111	140	136	183	111	1353
pleistocen	73	76	60	74	74	67	49	78	96	95	128	78	947

GRAČAC (560 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	194	225	165	189	122	119	71	107	166	217	284	202	2062
pleistocen	136	158	116	132	85	83	50	75	116	152	199	141	1443

BRUŠANE (589 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	216	232	168	196	141	113	73	131	180	219	319	231	2219
pleistocen	151	162	118	137	99	79	51	92	126	153	223	162	1553

BAŠKE OŠTARIJE (924 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	187	190	138	202	159	118	86	135	243	211	242	174	2085
pleistocen	131	133	97	141	111	83	60	95	170	148	169	122	1460

ZAVIŽAN (1594 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	131	134	120	172	162	161	104	158	169	172	204	140	1827
pleistocen	92	94	84	120	113	113	73	111	118	120	143	98	1279

SUŠANJ CESARIČKI (680 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	150	139	116	171	127	107	70	121	216	184	230	152	1783
pleistocen	105	97	81	120	89	75	49	85	151	129	151	106	1248

OBROVAC (57 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	110	100	75	92	73	72	56	87	133	141	156	121	1216
pleistocen	77	70	53	64	51	50	39	61	93	99	109	85	851

KARLOBAG (30 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	99	132	73	144	93	75	46	92	169	120	148	92	1289
pleistocen	62	92	55	101	65	53	32	64	116	84	104	64	902

STARIGRAD-PAKLENICA (10 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	113	89	88	96	89	70	44	100	95	120	156	127	1187
pleistocen	79	62	62	67	62	49	31	70	67	84	109	89	831

KRASNO (714 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	99	119	97	125	138	141	100	130	131	142	199	117	1538
pleistocen	69	83	68	88	97	99	70	91	92	99	139	82	1077

KOSINJSKI BAKOVAC (525 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	114	132	92	123	105	98	77	115	144	124	187	117	1428
pleistocen	80	92	64	86	74	69	54	81	101	87	131	82	1001

OLTARI (860 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	93	95	80	133	156	146	98	137	167	134	189	109	1537
pleistocen	65	67	56	93	109	102	69	96	117	94	132	76	1076

SENIJ (26 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	82	77	61	108	115	82	79	110	128	133	166	84	1225
pleistocen	57	54	43	76	81	57	55	77	90	93	116	59	858

SVETI JURAJ (9 m)													
mjeseci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	god.
danas	71	61	59	92	105	72	60	94	125	110	144	66	1059
pleistocen	50	43	41	64	74	50	42	66	88	77	101	46	742

Tab. 3. Prosječne godišnje količine oborina danas (1967-1976) i u maksimumu würma, Izvor: DHMZ, Grič, 3, za pleistocen D. Perica, 1997.

materijala iz područja u čijem sastavu dominiraju klastične naslage. Očito je da se tu mora misliti na seriju klastičnih sedimenata paleozojske starosti na području Počitelja, Divosela, Rizvanuše, Brušana i Trnovca. Takve razlike u mineraloškom sastavu tih tzv. "proluvijalnih naslaga" navode nas na pretpostavku da površinski sustav "proluvijalnih" sedimenata nije pleistocenske starosti, već starije holocenske. Naime, otapanjem ledenjaka i nestankom ujezerenih površina u planinskom području prestao je donos nanosa

karakteriziranog finijim frakcijama ili se pak njihova količina sve većim otapanjem karbonata sve više smanjivala pa je prevladavao donos nanosa iz nižih dijelova zavale polja u kršu Štirovače i Klepine dulibe. Naime, u sastavu krajnjeg zapadnog ruba Štirovače i Klepine dulibe prevladavaju klastične naslage trijasje starosti, i to šejl, pješčenjaci, konglomerati, piroklastiti, zaglinjeni dolomiti. Evakuacijom nanosa karbonatnog sastava na površinu su izbile te nepropusne naslage s karakterističnim mineraloškim sastavom u kojem prevladavaju amfibol, epidot, coisit. Upravo su te naslage dale veći dio nanosa koji je podzemnim putem transportiran prema Ličkoj zavali, što objašnjava izmjene u mineraloškom sastavu površinskog dijela tzv. "proluvijalnih naslaga" doline Otešice i zavale Ličkog polja. Naravno treba dodati da su tome pridonijeli i destruirani nanosi klastičnih sedimenata (pješčenjaci i shaleovi), tufova i tufita te rožnjaka trijasje starosti iz okolice Donjeg Pazarišta.

#### *Zaključak:*

Srednji je Velebit svojim većim dijelom visoko planinsko područje. Dominira mrežasta struktura reljefa obilježena nizom vrhova-uzvišenja i udubljenja-polja, uvala i ponikava. Upravo takvi reljefni odnosi u uvjetima niskih temperatura i bogatstva snježnih padalina tijekom pleistocena bili su iznimno povoljna predispozicija za razvoj oledbe na Srednjem Velebitu. Bila je obilježena oblikovanjem cirknih, dolinskih i platoastih ledenjaka, na što upućuje niz otkrivenih egzaracijskih i akumulacijskih glacijalnih morfoloških oblika te korelativnih sedimenata.

#### *Literatura*

- BAUER, B., 1935. - *Über des Nordlichen Velebit*, Jahresber des Bundesrealgymn. in Knittelfeld, 1935.
- BELIJ, S., 1985. - *Glacijalni i periglacijalni reljef Južnog Velebita*, Srpsko geografsko društvo, Beograd, 1985.
- BOGNAR, A. - FAIVRE, S. - PAVELIĆ, J., 1991. - *Tragovi oledbe na Sjevernom Velebitu*, Geografski glasnik, 53, Zagreb, 1991, 27-39.
- CHARLESWORTH, J. K., 1957. - *The Quaternary Era, with Special References to its Glaciation*, Edward Arnold, London, 1957, 1.700 str.
- DEGEN, A., 1938. - *Flora Velebitica*, Sv. I-IV, Akademie der Wissenschaften, Budapest, 1936-1938.
- EMBLETON, C. - KING, C. A. M., 1968. - *Glacial and Periglacial Geomorphology*, Edward Arnold, London, 1968, 608 str.

- FLINT, R. F., 1947. - *Glacial Geology and the Pleistocene Epoch*, John Wiley & Sons, New York, 1947, 589 str.
- FLINT, R. F., 1957. - *Glacial Geology and the Pleistocene Epoch*, John Wiley & Sons, New York, 1957, 553 str.
- FLINT, R. F., 1971. - *Glacial and Quaternary*, John Wiley & Sons, New York and London, 1971, 892 str.
- FORD, D. - WILLIAMS, P., 1994. - *Karst Geomorphology and Hydrology*, Chapman and Hall, London, 1994, 1-601.
- GATES, W. L., 1986. - *Modeling the Ice-age*, Climate Science, Vol. 191, 1986.
- GAVAZZI, A., 1903. - *Trag oledbe na Velebitu*, Glasnik hrvatskog naravoslovnog društva, 14, Zagreb, 1903.
- GEIKIE, J., 1863. - *On the phenomena of the glacial drift of the Scotland. Transactions of the Geological Society of Glesgow*, 1, 1863, 1-190.
- IMBRIE, J. - IMBRIE, K. P., 1979. - *Ice Ages: Solving the Mystery*, Enslow, Hillside, NJ, 1979, 224 str.
- HÖFER, R., 1879. - *Gletscher und Eiszeitstudien*, Sitz. Ber. d. Ak. d., Wiss., Wien, 1879.
- HRANILOVIĆ, H., 1901. - *Geomorfološki problemi iz hrvatskog krasa*, Glasnik hrvatskog naravoslovnog društva, 19, Zagreb, 1901.
- KLEIN, A. M., 1953. - *Die Niederschläge in Europa im Maximum der letzten Eiszeit. Versuch einer Rekonstruktion aus dem Höhenunterschied zwischen damaliger und heutiger Schneegrenzlage*, Petermans Geogr. Mitteilungen, 97, 98, Gotha, 1953.
- KUHTA, M., 1990. - *Speleološka istraživanja na prostoru kompleksne hidrogeološke barijere Velebita - lokaliteti Štirovača i Klementa*, Speleologica croatica, 1, Zagreb, 1990, 21-29.
- MESSERLY, B., 1967. - *Die eiszeitliche und die gegenwärtige Vergletscherung im Mittelmeerraum*, Geographia Helvetica, 22, 1967, 105-228.
- NIKLER, L., 1973. - *Nov prilog poznavanju oledbe Velebita*, Geološki vjesnik, 25, Institut za geološka istraživanja u Zagrebu, Zagreb, 1973.
- NILSSON, T., 1983. - *The Pleistocene. Geology and Life in the Quaternary Ice Age*, Dordrecht: D. Reidel, 1983, 651 str.
- PERICA, D., 1997. - *Geomorfološke osobine krškog reljefa Velebita*, Doktorska disertacija, Geografski odsjek PMF, Zagreb, 1997.
- PISMOHRANA Državnog hidrometeorološkog zavoda u Zagrebu (1966-1976).
- POSER, H., 1947. - *Auftauftiefe und Frostzerrung im Boden Mitteleuropas während der Würm-Eiszeit*, Naturwissenschaften, 34, 1947, 232, 262.



- SCHUBERT, R., 1908. - *Zur Geologie des Osterreichischen Velebit Jahr*, k. k. geol. R. A., 58, Wien, 1908.
- SOKAČ, B. - ŠČAVNIČAR, B. - VELIĆ, I. - NIKLER, L., 1976. - *Tumač O GK 1: 100.000*, list Gospić K33-127, Instit. geol. istraž., Zagreb, 1967, Savezni geološki zavod, Beograd, 1976.
- ŠEGOTA, T. - FILIPČIĆ, A., 1996. - *Klimatologija za geografe*, III. izdanje, Školska knjiga, Zagreb, 1996, 1-472.
- ŠEGOTA, T., 1963. - *Geografske osnove glacijacija*, Radovi Geografskog instituta, 4, Zagreb, 1963, 1-119.
- ŠEGOTA, T., 1982. - *Razina mora i vertikalno gibanje dna Jadranskog mora od riss-vürmskog interglacijala do danas*, Geološki vjesnik, 35, Zagreb, 1982.

## SPUREN DER EISBILDUNG AN DER MITLEREN VELEBIT

### Z u s a m m e f a s s u n g

Die Autoren dieses Aufsatzes befassen sich mit dem Problem der Eisbildung und ihrer Spuren an der mittleren Velebit. Sie nehmen Rücksicht an eine Reihe von Arbeiten die über die Gletscher und über die Konzeption der Eiszeit sprechen. Neben der Analyse der in dieser Arbeiten veröffentlichten Gedanken geben sie ihre Bemerkungen, und fassen Beschlüsse. Sie konzentrieren sich auf die Frage der Relieffanlage zur Entwicklung der Eisbildung, und diskutieren über die Klima-Kennzeichnungen auf dem Gebiet des Velebits in der Periode des Quartärs, und über die morphologischen Spuren der Eisbildung. Sie ziehen Folgerung, daß die Relief-Verhältnisse im mittleren Velebit wegen der Bedingungen niedriger Temperaturen und reichlicher Niederschläge im Laufe des Diluviums eine sehr gute Prädisposition zur Entwicklung der Eisbildung auf diesem Gebiet waren.

## TRACES OF GLACIAL DEPOSITS ON THE CENTRAL VELEBIT

### S u m m a r y

The author of this article deals with the problem of glacial deposits and their traces on the central part of Velebit. He, by taking into consideration a great number of works about glaciers and the conception of glacial period and, by analyzing the ideas therefrom, offers also his observations and conclusions. So, he concentrates on the question of relief predisposition for the evolution of glaciers and treats also climatic peculiarities of Velebit during Quarternary period and of morphological traces of glacial deposits. He, at the end, draws a conclusion that relief relations on central Velebit, beside low temperature conditions and abundance of the snow precipitations in the course of Pleistocene, were very favourable predisposition for the development of glaciation on that region.